

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
24. Dezember 2003 (24.12.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/106857 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F16D 65/21,
55/14

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE03/00989

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. März 2003 (26.03.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 26 035.4 12. Juni 2002 (12.06.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HENKE, Andreas
[DE/DE]; Tulpenstr. 8, 34474 Diemelstadt (DE). NAGEL,
Willi [DE/DE]; Bittenfelder Str. 31, 71686 Rem-
seck/Hochdorf (DE). HOFMANN, Dirk [DE/DE]; Im
Mais 12, 71636 Ludwigsburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

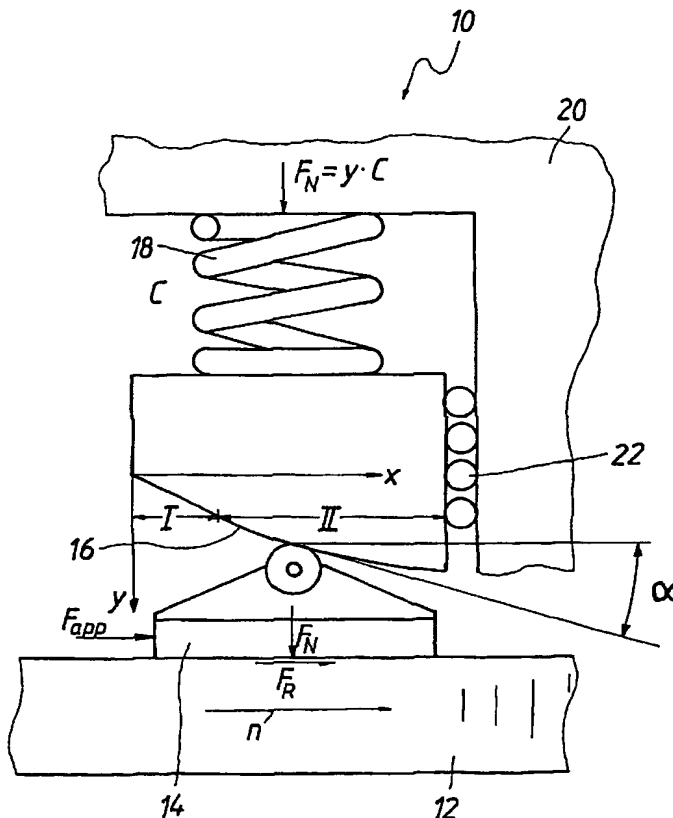
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: BRAKE, ESPECIALLY SELF-ENERGIZING DISK BRAKE WITH VARIABLE WEDGE ANGLE

(54) Bezeichnung: BREMSE, INSBESONDERE SCHEIBENBREMSE MIT SELBSTVERSTÄRKUNG UND VERÄNDERLI-
CHEM KEILWINKEL



(57) Abstract: The invention relates to an especially electromechanical disk brake (10) comprising a friction lining (14) that can be slid parallel to a brake disk (12), said friction lining being supported on a support (16) that extends at an angle α to said brake disk (12). The invention is characterized in that the angle α in a first range (I) is chosen such that $\alpha = \arctan \mu_{\max}$, and continuously reducing the angle α in a subsequent second range (II) to such an extent that, at a coefficient of friction decreasing to μ_{\min} and when the maximum frictional force F_R is reached $\alpha = \arctan \mu$.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine insbesondere elektromechanische Scheibenbremse (10) mit einem parallel zu einer Bremsscheibe (12) verschiebbaren Reibbremsbelag (14), der sich an einer Abstützung (16) abstützt, die in einen Winkel α zur Bremsscheibe (12) verläuft. Die Erfindung schlägt vor, den Winkel α in einem ersten Bereich (I) so zu wählen, dass gilt: $\alpha = \arctan \mu_{\max}$, und den Winkel α in einem anschließenden zweiten Bereich (II) kontinuierlich so zu verkleinern, dass bei bis auf μ_{\min} abnehmendem Reibwert bei Erreichen einer maximalen Reibungskraft F_R gilt: $\alpha = \arctan \mu$.

BEST AVAILABLE COPY

WO 03/106857 A1



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

BREMSE, INSBESONDERE SCHEIBENBREMSE MIT SELBSTVERSTÄRKUNG UND VERÄNDERLICHEM KEILWINKEL

Beschreibung

10

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Bremse, insbesondere eine Scheibenbremse, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

15

Es sind Scheibenbremsen zu einer insbesondere elektromechanischen Betätigung bekannt, die zur Erzielung einer Selbstverstärkung einen Keilmechanismus aufweisen. Die bekannten Scheibenbremsen weisen eine Bremsscheibe als Bremskörper und einen Reibbremsbelag auf, der in etwa parallel zu einer Sekante der Bremsscheibe verschiebbar ist. Der Reibbremsbelag weist einen Keil auf, über den er sich an einer Abstützung abstützt, die in einem Winkel zur Bremsscheibe verläuft. Zur Betätigung der Scheibenbremse wird der Reibbremsbelag mit dem Keil in Richtung eines enger werdenden, auch Keilspalt genannten Zwischenraums zwischen der Abstützung und der Bremsscheibe verschoben. Dabei wird der Reibbremsbelag von der Abstützung an die Bremsscheibe gedrückt und bremst diese. Die drehende Bremsscheibe übt eine Reibungskraft auf den Reibbremsbelag aus, die den

20

25

Reibbremsbelag in Richtung des enger werdenden Zwischenraums zwischen der Abstützung und der Bremsscheibe beaufschlagt. Die von der drehenden Bremsscheibe auf den angedrückten Reibbremsbelag ausgeübte Reibungskraft erhöht die Andruckkraft des Reibbremsbelags an die Bremsscheibe, es wird eine Bremskraftverstärkung erreicht. Die Höhe der Bremskraftverstärkung ist abhängig vom Winkel zwischen der Abstützung und der Bremsscheibe und von einem Reibwert μ . Der Reibwert μ ist der Faktor von Reibungskraft zu Andruckkraft des Reibbremsbelags an die Bremsscheibe. Er schwankt im Betrieb und kann mit etwa 0,2 ... 0,6 angenommen werden.

10

Bei bekannten Scheibenbremsen mit Selbstverstärkung wird der Winkel zwischen der Abstützung und der Bremsscheibe so groß gewählt, dass bei maximalem Reibwert eine Blockieren der Bremsscheibe vermieden wird. Da der Reibwert μ im Betrieb meist in einem Mittelbereich zwischen seinem Minimal- und Maximalwert liegt, also um ungefähr 0,4, wird eine maximal mögliche Selbstverstärkung meistens nicht ausgenutzt.

15

Um die Selbstverstärkung bei schwankendem Reibwert besser auszunutzen ist in der DE 100 46 177 A1 vorgeschlagen worden, die Abstützung des Reibbremsbelags verstellbar auszubilden. Dadurch ist eine Einstellung des Winkels zwischen der Abstützung und der Bremsscheibe und dadurch eine Einstellung der Selbstverstärkung möglich. Von Nachteil ist der konstruktive Aufwand für die Verstellung der Abstützung.

20

25 Erläuterung und Vorteile der Erfindung

Grundgedanke der Erfindung ist es, die Abstützung einer Bremse, insbesondere einer Scheibenbremse der Eingangs erläuterten Art so zu formen, dass die Selbstverstärkung besser ausgenutzt wird. Dies wird mit einer nicht verstellbaren Abstützung erreicht. Die erfindungsgemäße Bremse mit den Merkmalen des Anspruchs 1 weist eine Abstützung mit mindestens zwei in Verschieberichtung des Reibbremsbelags aneinander anschließenden Bereichen auf. In einem

30

- nachfolgend als ersten Bereich bezeichneten Bereich der Abstützung gilt für den Winkel α zwischen der Abstützung und einem zu bremsenden Bremskörper, beispielsweise einer Bremsscheibe: $\alpha \geq \arctan \mu_{\max}$, wobei μ_{\max} der größte im Betrieb auftretende Reibwert ist. Dieser Bereich endet wenn die Reibungskraft F_R zwischen dem Reibbremsbelag und der Bremsscheibe bei maximalem Reibwert μ_{\max} einen Maximalwert $F_{R_{\max}}$ erreicht. Die maximale Reibungskraft $F_{R_{\max}}$ wird fest vorgegeben, es ist beispielsweise die Reibungskraft, die notwendig ist, um ein Fahrzeugrad bei optimal griffigen Straßenbedingungen zum Blockieren zu bringen. Im Grenzfall $\alpha = \arctan \mu_{\max}$ ist der Winkel α zwischen der Abstützung und dem Bremskörper im ersten Bereich konstant, die Abstützung also gerade. Am Endpunkt des ersten Bereichs gilt immer der Grenzfall $\alpha = \arctan \mu_{\max}$. Davor kann der Winkel α auch größer und die Selbstverstärkung infolgedessen kleiner sein.
- Im an den ersten Bereich anschließenden, nachfolgend zweiten Bereich genannte Bereich der Abstützung gilt für den Winkel α zwischen der Abstützung und dem Bremskörper: $\alpha = \arctan \mu$, wobei der Reibwert μ im Verlauf des zweiten Bereichs der Abstützung vom Maximalwert μ_{\max} am Anfang des zweiten Bereichs auf den Minimalwert μ_{\min} am Ende des zweiten Bereichs abnimmt. Selbstverständlich kann der Reibwert μ nicht gewählt werden, sondern er ist durch die herrschenden Bedingungen gegeben. Lediglich zur Festlegung der Form der Abstützung im Verlauf des zweiten Bereichs, also zur Berechnung des Winkels α zwischen der Abstützung und dem Bremskörper an jeder Stelle des zweiten Bereichs der Abstützung wird ein Reibwert μ angenommen, der im Verlauf des zweiten Bereichs der Abstützung vom Maximalwert μ_{\max} am Anfang des zweiten Bereichs auf den Minimalwert μ_{\min} am Ende des zweiten Bereichs fällt. Dabei wird der Winkel α an jeder Stelle des zweiten Bereichs der Abstützung unter der Annahme berechnet, die Reibungskraft F_R zwischen dem Reibbremsbelag und dem Bremskörper weise den Maximalwert $F_{R_{\max}}$ auf. Im Verlauf des zweiten Bereichs der Abstützung wird der Winkel α zwischen der Abstützung und dem Bremskörper also stetig kleiner. Der zweite Bereich endet

beim minimalen Reibwert μ_{\min} . Zum Abschluss kann eine Verschiebewegbegrenzung für den Reibbremsbelag oder ein wieder größer werdender Winkel α vorgesehen sein. Um ein Blockieren des Bremskörpers zu vermeiden kann anstelle des Reibwerts μ die Summe aus dem Reibwert μ und einem Sicherheitszuschlag S gewählt werden.

Die Wirkung der erfindungsgemäß geformten Abstützung erschließt sich durch folgende Überlegungen: Hat der Reibwert bei Betätigung der Bremse den Maximalwert μ_{\max} , so wird der Reibbremsbelag im ersten Bereich der Abstützung verschoben, wobei der Verschiebeweg x abhängig von der gewünschten Reibungskraft F_R zwischen Reibbremsbelag und Bremskörper, d. h. von der gewünschten Bremskraft ist. Eine zum Verschieben des Reibbremsbelags erforderliche Betätigungskraft F_{app} ist im Grenzfall $\alpha = \arctan \mu_{\max}$ aufgrund der gewählten Bedingung immer Null! D. h. zur Betätigung der Bremse ist keine Kraft oder Energie erforderlich, die Höhe der Reibungskraft wird durch den Verschiebeweg x des Reibbremsbelags bestimmt. Am Endpunkt des ersten Bereichs der Abstützung wird die maximale Reibungskraft F_{R_max} erreicht. Um ein Blockieren der Bremsscheibe zu vermeiden, kann wie oben ausgeführt ein Sicherheitszuschlag S zum Reibwert μ addiert werden, der Winkel α wird dadurch größer, die Selbstverstärkung kleiner und es ist eine von der Höhe des Sicherheitszuschlags S abhängige Betätigungskraft F_{app} erforderlich. Wichtig ist noch zu bedenken, dass bei maximalem Reibwert μ_{\max} der erste Bereich der Abstützung nicht verlassen wird, da der Reibbremsbelag nur bis zum Erreichen der maximalen Reibungskraft F_{R_max} am Ende des ersten Bereichs verschoben wird. Solange also der Reibwert μ den Maximalwert μ_{\max} aufweist gelangt der Reibbremsbelag nicht in den zweiten Bereich der Abstützung, in dem der Winkel α kleiner und die Selbstverstärkung größer ist. Ein Blockieren der Bremse tritt deswegen nicht auf.

Ist der Reibwert μ kleiner als der Maximalwert μ_{\max} wird zum Erreichen einer hohen Reibungskraft F_R der Reibbremsbelag bis in den zweiten Bereich der Abstützung verschoben. Auch hier gilt für den jeweils herrschenden Reibwert μ ,

dass der Reibbremsbelag höchstens soweit in den zweiten Bereich der Abstützung verschoben wird, dass die Reibungskraft F_R den Maximalwert F_{R_max} erreicht. An dieser Stelle der Abstützung gilt beim jeweils herrschenden Reibwert μ , dass die Selbstverstärkung ihren Maximalwert erreicht und die Betätigungskraft F_{app} Null wird. Ist die gewünschte Reibungskraft F_R geringer, ist der Verschiebeweg x kürzer und der Reibbremsbelag befindet sich an einer Stelle der Abstützung, an der der Winkel α größer, die Selbstverstärkung also kleiner ist. Zum Aufbringen der Reibungskraft F_R ist eine Betätigungskraft F_{app} erforderlich, die Gefahr eines Blockierens der Bremsscheibe besteht nicht. Zur Betätigung der erfindungsgemäßen Bremse ist, sofern der Reibwert μ kleiner als sein Maximalwert μ_{max} ist, eine Betätigungskraft F_{app} aufzubringen, die im ersten Bereich der Abstützung mit zunehmender Reibungskraft F_R ansteigt und im zweiten Bereich der Abstützung wieder abnimmt. Im Grenzfall, also ohne Sicherheitszuschlag S nimmt die Betätigungskraft F_{app} bis auf Null bei Erreichen der maximalen Reibungskraft F_{R_max} ab. Die in diesem Absatz angestellten Überlegungen gelten für den gesamten Reibwertbereich μ_{max} bis μ_{min} .

Die Erfindung hat den Vorteil, dass die Betätigungskraft F_{app} verringert ist. Die maximale Betätigungskraft F_{app} wird erreicht, wenn sich der Reibbremsbelag am Ende des ersten Bereichs der Abstützung befindet und der Reibwert μ den Minimalwert μ_{min} aufweist. Im Vergleich mit einer Scheibenbremse, deren Abstützung gerade, also ein Keil ist und einen konstanten Winkel α über ihre gesamte Länge aufweist und unter der Annahme, dass der Reibwert μ um den Faktor 3, also beispielsweise von $\mu_{min} = 0,2$ bis $\mu_{max} = 0,6$ schwanken kann, ist die maximal notwendige Betätigungskraft F_{app_max} der erfindungsgemäßen Bremse auf ein Drittel reduziert. Bei einer geraden Abstützung wird die maximale Betätigungskraft bei maximaler Reibungskraft und minimalem Reibwert erreicht. Die Erfindung verbessert die Nutzung des Selbstverstärkungseffekts. Dazu ist kein konstruktiver Aufwand wie beispielsweise eine Verstellung des Winkels α der Abstützung notwendig.

Zu Bedenken ist auch, dass sich die Andruckkraft des Reibbremsbelags an den Bremskörper in Abhängigkeit vom Verschiebeweg des Reibbremsbelags einstellt. Sie ist abhängig von einer Steifigkeit oder Aufweitung eines Bremssattels einschließlich beispielsweise einer Steifigkeit der Reibbremsbeläge. Es stellt sich also bei einem bestimmten Verschiebeweg x des Reibbremsbelags eine bestimmte Andruckkraft des Reibbremsbelags an den Bremskörper ein. Die zu dieser Verschiebung notwendige Betätigungskraft ist außer vom Winkel α zwischen der Abstützung und dem Bremskörper auch vom Reibwert μ abhängig. Es stellt sich also nicht bei einer bestimmten Betätigungskraft F_{app} eine bestimmte Reibungskraft F_R ein, sondern ein bestimmter Verschiebeweg x des Reibbremsbelags bewirkt eine bestimmte Andruckkraft des Reibbremsbelags an den Bremskörper, die wiederum über den gegebenen und sich ggf. ändernden Reibwert μ eine Reibungskraft F_R zwischen dem Reibbremsbelag und der Bremsscheibe bewirkt. Die zu dieser Verschiebung des Reibbremsbelags erforderliche Betätigungskraft F_{app} ist außer vom Winkel α zwischen der Abstützung und dem Bremskörper an der jeweiligen Stelle der Abstützung vom Reibwert μ abhängig. Da die vorstehende Überlegung ergibt, dass die Federsteifigkeit des Bremssattels einschließlich der Reibbremsbeläge die Andruckkraft und über diese die Reibungskraft und die Betätigungskraft beeinflusst, ist die Form der Abstützung vom jeweiligen Bremssattel abhängig.

Die Erfindung ist vorstehend mit Blick auf eine Scheibenbremse erläutert worden, weil sie sich am Beispiel einer Scheibenbremse vergleichsweise anschaulich darstellen lässt und weil eine Scheibenbremse eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist. Trotzdem ist die Erfindung nicht auf diese Bremsenbauform beschränkt, sondern grundsätzlich auf beliebige Reibungsbremsen anwendbar. Außer auf sog. Klaue-Bremsen (eine Art Innen- oder Doppelscheibenbremse, deren Bremsscheibe am Umfang U-förmig nach innen umgeformt ist und deren Reibbremsbeläge zum Bremsen von Innen gegen den U-förmigen Umfangsrand gedrückt werden) lässt sich die Erfindung beispielsweise auch bei einer Trommelbremse verwirklichen. Der Bremskörper der Bremse ist bei einer Scheibenbremse eine Bremsscheibe, bei einer Trommelbremse eine

Bremstrommel. Im Vergleich mit einer Scheibenbremse muss man sich bei einer Trommelbremse die Abstützung zusätzlich zu ihrer vorstehend erläuterten Form um den Radius der Bremstrommel gekrümmt vorstellen. Die Verschiebung des Reibbremsbelags (Bremsbacke der Trommelbremse) zum Betätigen der Bremse erfolgt bogenförmig in Umfangsrichtung der Bremstrommel.

Zu ergänzen ist, dass die Abstützung nicht orts- bzw. bremsstättelfest sein muss, sondern auch Teil des Reibbremsbelags bzw. mit diesem verbunden sein kann. In diesem Fall stützt sich der Reibbremsbelag über die Abstützung beispielsweise an einem orts- bzw. bremsstättelfesten Widerlager ab.

Die Unteransprüche haben vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der im Anspruch 1 angegebenen Erfindung zum Gegenstand.

15 Eine Ausgestaltung der Erfindung gemäß Anspruch 2 sieht vor, den Winkel α zwischen der Abstützung und dem Bremskörper im zweiten Bereich der Abstützung größer als den Grenzfall $\alpha = \arctan \mu$ zu wählen, nämlich so groß, dass im zweiten Bereich der Abstützung die Betätigungskraft F_{app} konstant bleibt oder geringfügig ansteigt. Diese Ausgestaltung der Erfindung vereinfacht die

20 Regelung der Reibungskraft F_R der Bremse. Außerdem verkürzt sich eine Länge der Abstützung in Verschieberichtung des Reibbremsbelags und ein Verschiebeweg x des Reibbremsbelags, eine Verstellzeit verkürzt sich. Dabei ist die maximal notwendige Betätigungskraft F_{app_max} nicht oder nur geringfügig erhöht.

25

Zeichnung

30 Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Als Ausführungsbeispiel ist eine

Scheibenbremse gewählt worden, die Erfindung soll dadurch allerdings nicht auf Scheibenbremsen beschränkt werden. Es zeigen:

- 5 Figur 1 eine Schemadarstellung einer erfindungsgemäßen Scheibenbremse, zu deren Erläuterung;
- Figur 2 den Verlauf einer Abstützung der Scheibenbremse aus Figur 1 in einem Koordinatendiagramm;
- 10 Figur 3 ein zu Figur 2 gehöriges Kraftverlaufsdigramm;
- Figur 4 einen zweiten Verlauf der Abstützung der Scheibenbremse aus Figur 1;
- 15 Figur 5 ein zu Figur 4 zugehöriges Kraftverlaufsdigramm;
- Figur 6 eine vereinfachte Darstellung einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Scheibenbremse; und
- 20 Figur 7 eine vergrößerte Darstellung einer Form der Abstützung der Scheibenbremse aus Figuren 1 und 6.

Die Figuren sind nicht maßstäblich, die Abstützung in Figuren 1 und 7 und die Diagramme der Figuren 2 bis 5 sind stark vergrößert dargestellt.

25

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

- Die in Figur 1 schematisch dargestellte, erfindungsgemäße Scheibenbremse 10 weist eine Bremsscheibe 12 als Bremskörper und einen Reibbremsbelag 14 auf.
- 30 Der Reibbremsbelag 14 stützt sich an einer Abstützung 16 ab, die in einem Winkel α schräg zur Bremsscheibe 12 verläuft. Der Winkel α ist in einem ersten Bereich I der Abstützung 16 konstant, die Abstützung 16 bildet im Bereich I einen

Keil. In einem anschließenden Bereich II verläuft die Abstützung 16 gekrümmt mit zunehmend spitzer werdendem Winkel α zur Bremsscheibe 12. Ein Übergang vom Bereich I zum Bereich II ist stetig, der Winkel α ist am Beginn des Bereichs II gleich dem Winkel α des Bereichs I.

5

Zur Betätigung der Scheibenbremse 10 wird der Reibbremsbelag 14 in einer Drehrichtung n der Bremsscheibe 12 verschoben. Die Verschieberichtung des Reibbremsbelags 14 ist mit x bezeichnet. Zum Verschieben des Reibbremsbelags 14 ist eine Betätigungskraft F_{app} in der Verschieberichtung x auf den Reibbremsbelag 14 auszuüben. Da die Abstützung 16 im Winkel α schräg zur Bremsscheibe 12 verläuft bewegt sich der Reibbremsbelag 14 durch die Verschiebung quer zur Bremsscheibe 12 auf diese zu bzw. der Reibbremsbelag 14 drückt die Abstützung 16 von der Bremsscheibe 12 ab. Die Querverschiebung des Reibbremsbelags 14 ist in Figur 1 mit y bezeichnet. Durch die Verschiebung des Reibbremsbelags 14 parallel zur Bremsscheibe 12 wird der Reibbremsbelag 14 also quer zur Bremsscheibe 12 verschoben und mit einer Normalkraft F_N an die Bremsscheibe 12 angedrückt. Dies bewirkt eine Reibung F_R zwischen der Bremsscheibe 12 und dem Reibbremsbelag 14 parallel zur Bremsscheibe 12. Die Reibungskraft F_R ist das Produkt aus Reibwert μ , der im Betrieb zwischen etwa 0,2 und 0,6 schwanken kann, und der Normalkraft F_N .

20

In Figur 1 ist oberhalb der Abstützung 16 eine Feder 18 dargestellt, über die sich die Abstützung 16 in einem Bremssattel 20 abstützt. In der tatsächlichen Ausführung der Scheibenbremse 10 ist keine solche Feder 18 vorhanden, die Feder 18 soll eine Elastizität der Scheibenbremse 10, insbesondere eine elastische Aufweitung des Bremssattels 20, ein elastisches Zusammendrücken des Reibbremsbelags 14 und etwaige sonstige Elastizitäten symbolisieren. Solche in der Praxis nicht vermeidbare Elastizitäten können für eine theoretische Betrachtung als durch die Feder 18 mit der Federsteifigkeit C ersetzt angenommen und der Bremssattel 20 als starr betrachtet werden. In Verschieberichtung x stützt sich die Abstützung 16 reibungsarm mit Walzen 22 am Bremssattel 20 ab.

30

Die Normalkraft F_N mit der der Reibbremsbelag 14 gegen die Bremsscheibe 12 gedrückt wird ist gleich dem Produkt aus Aufweitung des Bremssattels 20 und der Federsteifigkeit C der Feder 18, wobei Aufweitung des Bremssattels 20 mit der Querverschiebung y des Reibbremsbelags 14 gleichgesetzt werden kann, mit dem Nullpunkt der Querverschiebung y an der Stelle, an der der Reibbremsbelag 14 gerade an der Bremsscheibe 12 zur Anlage kommt.

Die Reibungskraft F_R zwischen dem Reibbremsbelag 14 und der Bremsscheibe 12 bremst zum einen die Bremsscheibe 12. Zum anderen verringert die Reibungskraft F_R , die in Richtung der Betätigungskraft F_{app} auf den Reibbremsbelag 14 wirkt, die zum Verschieben des Reibbremsbelags 14 erforderliche Betätigungskraft F_{app} . Die Reibungskraft F_R bewirkt eine Selbstverstärkung der Scheibenbremse 10, wobei die Selbstverstärkung insbesondere vom Winkel α zwischen der Abstützung 16 und der Bremsscheibe 12 und vom Reibwert μ zwischen dem Reibbremsbelag 14 und der Bremsscheibe 12 abhängt. Dabei ändert sich der Winkel α im Bereich II der Abstützung 16 mit zunehmender Verschiebung des Reibbremsbelags 14 und der Reibwert μ kann sich im Betrieb ändern.

20

Grundgedanke der Erfindung ist, die Abstützung 16 im Bereich II so auszubilden, dass bei Erreichen einer vorzugebenden maximalen Reibungskraft F_{R_max} die Betätigungskraft F_{app} Null wird. Es ergibt sich der in Figur 2 vergrößert und nicht maßstäblich dargestellte Verlauf der Abstützung 16. In Figur 3 sind ausgewählte Verläufe der Betätigungskraft F_{app} für ausgewählte Reibwerte μ dargestellt. Die Erfindung wird klar, wenn man sich die Verschiebung des Reibbremsbelags 14, die dazu erforderliche Betätigungskraft F_{app} und die dadurch erzielte Reibungskraft F_R bei ausgewählten Reibwerten μ klarmacht. Als maximale Reibungskraft F_{R_max} wird beispielsweise die Reibungskraft gewählt, die erforderlich ist, um ein Fahrzeugrad bei optimal griffigen Straßenbedingungen zum Blockieren zu bringen. Weist der Reibwert μ zwischen dem Reibbremsbelag 14 und der Bremsscheibe 12 seinen kleinsten Wert μ_{min} auf, muss der

Reibbremsbelag 14 soweit in x-Richtung verschoben werden, dass die Reibungskraft F_R den vorgegebenen Maximalwert F_{R_max} erreicht. Dies ist der Endpunkt der Abstützung 16 bzw. ihres Bereichs II und die maximale Verschiebung des Reibbremsbelags 14. An dieser Stelle der Abstützung 16 gilt für den Winkel α zwischen der Abstützung 16 und der Bremsscheibe 12: $\alpha = \arctan \mu_{min}$. Die Selbstverstärkung der Scheibenbremse 10 ist so groß, dass die Betätigungskraft F_{app} bei Erreichen der maximalen Reibungskraft F_{R_max} Null wird. Für eine geringere Reibungskraft F_R ist die Verschiebung des Reibbremsbelags 14 kleiner. Der Verlauf der Betätigungskraft F_{app} bei minimalem Reibwert μ_{min} ist in Figur 3 mit μ_{min} bezeichnet. Es zeigt sich, dass die Betätigungskraft F_{app} von Null beginnend gerade bis zum Ende des Bereichs I der Abstützung 16 ansteigt und im Bereich II degressiv auf Null bei Erreichen der maximalen Reibungskraft F_{R_max} fällt. Zum Vergleich ist in Figur 3 mit einer Strichlinie der Verlauf der Betätigungskraft F_{app} bei einer geraden Abstützung mit konstantem Winkel α über ihre gesamte Länge, also bei einem Keil als Abstützung dargestellt. Die Gerade ist mit "Keil" bezeichnet und es ist der angenommene Reibwert (μ_{min}) angegeben. Es zeigt sich, dass die Verschiebung des Reibbremsbelags 14 zum Erreichen der maximalen Reibungskraft F_{R_max} verkürzt ist, die zum Erreichen der maximalen Reibungskraft F_{R_max} erforderliche Betätigungskraft F_{app_max} ist allerdings dreimal so groß wie bei der erfindungsgemäßen Scheibenbremse 10 ist. Der Faktor 3 ergibt sich bei einem Verhältnis des maximalen zum minimalen Reibwert μ_{max} / μ_{min} von 3, da ein Keil für den maximalen Reibwert μ_{max} ausgelegt werden muss um ein Blockieren der Scheibenbremse 10 zu vermeiden.

Weist der Reibwert μ seinen größten Wert μ_{max} auf, ist die Betätigungskraft F_{app} stets Null. Diese Kurve (Gerade) ist in Figur 3 mit μ_{max} bezeichnet. Die Verschiebung des Reibbremsbelags 14 endet, wenn die Reibungskraft F_R den vorgegebenen maximalen Wert F_{R_max} erreicht. Dies ist am Ende des Bereichs I der Abstützung 16 der Fall. Daraus wird auch klar, dass ein Blockieren der Scheibenbremse 10 nicht eintritt, da der Reibbremsbelag 14 bei maximalem Reibwert μ_{max} nicht in den Bereich II der Abstützung 16 verschoben wird, wo der

Winkel α kleiner und die Selbstverstärkung infolgedessen größer ist. Liegt der Reibwert μ zwischen den beiden Extremwerten μ_{\max} und μ_{\min} , ergibt sich ein Verlauf der Betätigungskraft F_{app} zwischen den beiden erläuterten Extremen. Beispielhaft ist ein solcher Verlauf mit einer Punktlinie in Figur 3 dargestellt und mit μ bezeichnet. Auch hier tritt kein Blockieren der Scheibenbremse 10 auf, da die Verschiebung des Reibbremsbelags 14 bei Erreichen der vorgegebenen maximalen Reibungskraft $F_{R_{\max}}$, also an der Grenze zum Selbstblockieren, endet. Für die Form der Abstützung 16 im Bereich II gilt die Bedingung: $\alpha = \arctan \mu$, wobei $\mu = \mu_{\max} \dots \mu_{\min}$ und α abhängig vom Verschiebeweg x ist ($\alpha = f(x)$). Da die Reibungskraft F_R von der Normalkraft F_N abhängig ist, mit der der Reibbremsbelag 14 gegen die Bremsscheibe 12 gedrückt wird, und die Normalkraft F_N abhängig von der Steifigkeit C des Bremssattels 20 und des Reibbremsbelags 14 ist, ist die Form der Abstützung 16 für verschiedene Scheibenbremsen 10 mit verschiedenen Bremssätteln 20 und Reibbremsbelägen 14 unterschiedlich. Um ein Blockieren der Scheibenbremse 10 sicher zu vermeiden kann der Winkel α zwischen der Abstützung 16 und der Bremsscheibe 12 größer als vorstehend erläutert gewählt werden. Dies kann beispielsweise durch einen Sicherheitszuschlag S erfolgen, der zum Reibwert μ addiert wird: ($\alpha = \arctan (\mu + S)$).

Im Bereich I der Abstützung 16 gilt: $\alpha = \arctan \mu_{\max}$, die Abstützung 16 ist im Bereich I ein Keil, der Winkel α konstant. Im Bereich I der Abstützung 16 kann mit Ausnahme des Endpunkts der Winkel α auch größer als $\arctan \mu_{\max}$ sein, die Abstützung 16 im Bereich I also ebenfalls als Kurve ausgebildet sein.

Figur 4 zeigt einen anderen Verlauf der Abstützung 16 als Figur 2. Hier ist die Abstützung 16 im Bereich II so geformt, dass die Betätigungskraft F_{app} bis zum Erreichen der maximalen Reibungskraft $F_{R_{\max}}$ konstant bleibt oder der besseren Regelbarkeit wegen geringfügig ansteigt. Die zugehörigen Verläufe der Betätigungskraft F_{app} sind für unterschiedliche Reibwerte μ_{\min} , μ_{\max} , μ in Figur 5 dargestellt. Die Abstützung 16 ist im Bereich II stärker gekrümmt, der Verschiebeweg des Reibbremsbelags 14 ist etwas kürzer. Die Maximale

Betätigungskraft F_{app_max} , die bei minimalem Reibwert μ_{min} aufzubringen ist, ist gleich groß wie in Figuren 2 und 3 vorausgesetzt die Abstützung 16 ist im Bereich II so ausgebildet, dass die Betätigungskraft F_{app} konstant bleibt. Steigt die Betätigungskraft F_{app} im Bereich II an, ist die maximale Betätigungskraft F_{app_max} etwas größer als in Figuren 2 und 3.

Figur 6 zeigt eine schematisierte und vereinfachte Darstellung einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Scheibenbremse 10. In einem Bremssattel 20 liegen zwei Reibbremsbeläge 14, 24, ein, deren einer Reibbremsbelag 14 in Richtung einer Bremsscheibe 12 verschieblich und deren anderer 24 unverschieblich ist. Zum Verschieben des Reibbremsbelags 14 ist ein Elektromotor 26 vorgesehen, der den Reibbremsbelag 14 beispielsweise über einen Spindeltrieb 28 verschiebt. Der Spindeltrieb 28 ist in Figur 6 symbolisch als Spindel dargestellt. Der verschiebliche Reibbremsbelag 14 stützt sich über Rollen 30 an Abstützungen 16 des Bremssattels 20 ab. Die Abstützungen 16 sind übereinstimmend geformt, sie sind wie vorstehend zu Figuren 1 bis 5 erläutert ausgebildet. Der Verlauf einer der beiden Abstützungen 16 ist in Figur 7 stark vergrößert und nicht maßstabsgetreu dargestellt. Die Abstützungen 16 der Scheibenbremse 10 sind spiegelbildlich ausgeführt. Die Scheibenbremse 10 ist dadurch für beide Drehrichtungen der Bremsscheibe 12 gleichermaßen geeignet, der Reibbremsbelag 14 wird stets in der tatsächlichen Drehrichtung der Bremsscheibe 12 verschoben. Vor dem Bereich I weist die Abstützung 16 einen mit 0 bezeichneten Bereich mit großem Winkel α auf. In diesem Bereich 0 wird ein Lüftspiel, also ein Spalt zwischen den Reibbremsbelägen 14, 24 und der Bremsscheibe 12 überwunden. An den Bereich II kann sich eine Verschiebewegbegrenzung 32 für den Reibbremsbelag 14 anschließen. Dies ist allerdings nicht erforderlich. Für eine tatsächliche Ausführung der Scheibenbremse 10 weist die Abstützung 16 eine Länge in Verschieberichtung von beispielsweise 6 mm in jede Drehrichtung und einen Anstieg quer zur Bremsscheibe 12 von beispielsweise 2 mm auf.

Die in Figur 6 dargestellte Scheibenbremse 10 weist eine Verschleißnachstelleinrichtung 36 für das Lüftspiel auf. Die Verschleißnachstelleinrichtung 36 ist in der Zeichnung als drehbares Exzenterelement dargestellt. Vorzugsweise wird die Verschleißnachstelleinrichtung 36 selbsttätig nachstellend ausgeführt.

- 5 Derartige Verschleißnachstelleinrichtungen 36 sind dem Fachmann bekannt und sollen an dieser Stelle nicht näher erläutert werden. Die Verschleißnachstelleinrichtung 36 wird so verstellt, dass das Lüftspiel zwischen den Reibbremsbelägen 14, 24 und der Bremsscheibe 12 bei nicht betätigter Scheibenbremse 10 mit zunehmendem Verschleiß der Reibbremsbeläge 14, 24
- 10 größer wird. Dies hat zur Folge, dass bei (teilweise) verschlissenen Reibbremsbelägen 14, 24 das Lüftspiel erst bei größerer Verschiebung des Reibbremsbelags 14 überwunden wird. Die Reibbremsbeläge 14, 24 liegen also erst später an der Bremsscheibe 12 an. Die Walzen 32 befinden sich also schon im Bereich I der Abstützung 16, wenn die Reibbremsbeläge 14, 24 an der
- 15 Bremsscheibe 26 anliegen. Dadurch wird eine erhöhte Steifigkeit der Reibbremsbeläge 14, 24 bei teilweise oder vollständig abgenutzten Reibbremsbelägen 14, 24 zumindest teilweise kompensiert.

Patentansprüche

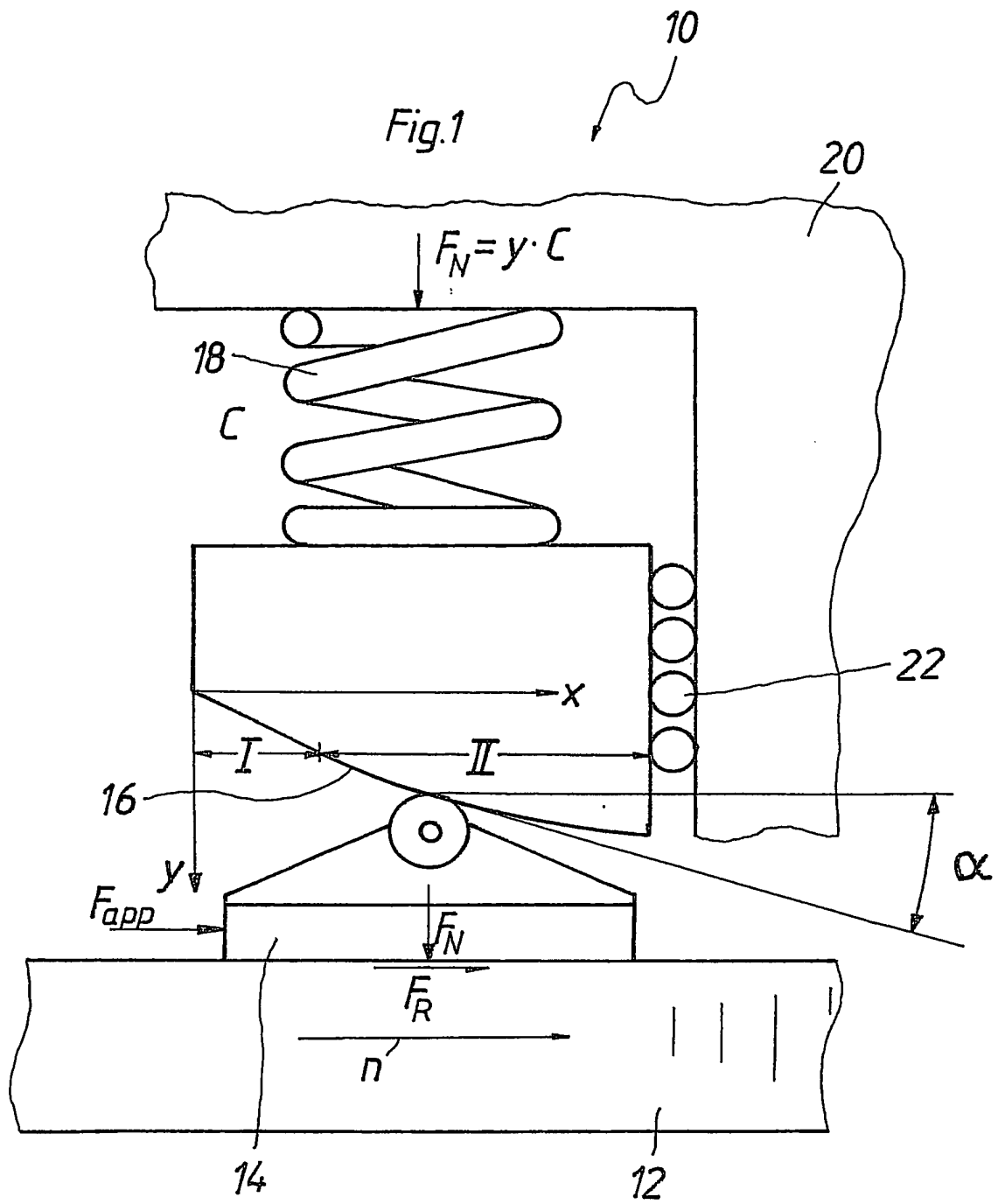
5

1. Bremse, insbesondere Scheibenbremse, mit einem drehbaren, zu
10 bremsenden Bremskörper und mit einem Reibbremsbelag, der zum
Andrücken an den Bremskörper in etwa parallel zu einer Sekante des
Bremskörpers verschiebbar ist und der sich an einer Abstützung abstützt,
die in einem Winkel zum Bremskörper verläuft, **dadurch gekennzeichnet**,
15 dass in einem ersten Bereich (I) der Abstützung (16) für den Winkel α
zwischen der Abstützung (16) und dem Bremskörper (12) die Bedingung
gilt: $\alpha \geq \arctan \mu_{\max}$, wobei dieser Bereich (I) endet, wenn eine maximale
Reibungskraft $F_{R_{\max}}$ zwischen dem Bremskörper (12) und dem
Reibbremsbelag (14) bei maximalem Reibwert μ_{\max} erreicht wird, und dass
20 sich an den ersten Bereich (I) ein zweiter Bereich (II) anschließt, für den an
jeder Stelle gilt: $\alpha = \arctan \mu$ wenn die maximale Reibungskraft $F_{R_{\max}}$
zwischen dem Bremskörper (12) und dem Reibbremsbelag (14) erreicht
wird, wobei der Reibwert μ von seinem Maximalwert μ_{\max} am Anfang des
zweiten Bereichs (II) der Abstützung (16) auf seinen Minimalwert μ_{\min} am
25 Ende des zweiten Bereichs (II) der Abstützung (16) abnimmt.

25

2. Bremse, insbesondere Scheibenbremse, nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass im zweiten Bereich (II) der Abstützung (16) der Winkel α zwischen der Abstützung (16) und der Bremsscheibe (12) so gewählt ist, dass die Betätigungskraft F_{app} bei konstantem Reibwert μ etwa konstant ist oder geringfügig steigt.
3. Bremse, insbesondere Scheibenbremse, nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abstützung (16) vor dem ersten Bereich (I) einen Abschnitt (0) aufweist, in dem der Winkel α zwischen der Abstützung (16) und dem Bremskörper (12) größer als im ersten Bereich (I) ist.
4. Bremse, insbesondere Scheibenbremse, nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bremse (10) eine Verschleißnachstelleinrichtung (36) aufweist, und dass ein Lüftspiel zwischen dem Reibbremsbelag (14) und dem Bremskörper (12) mit zunehmendem Belagverschleiß vergrößert wird.
5. Bremse, insbesondere Scheibenbremse, nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abstützung (16) spiegelsymmetrisch für beide Drehrichtungen des Bremskörpers (12) ausgebildet ist.
6. Bremse nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bremse (10) eine Scheibenbremse und der Bremskörper (12) eine Bremsscheibe ist.

1/5



2/5

Fig. 2

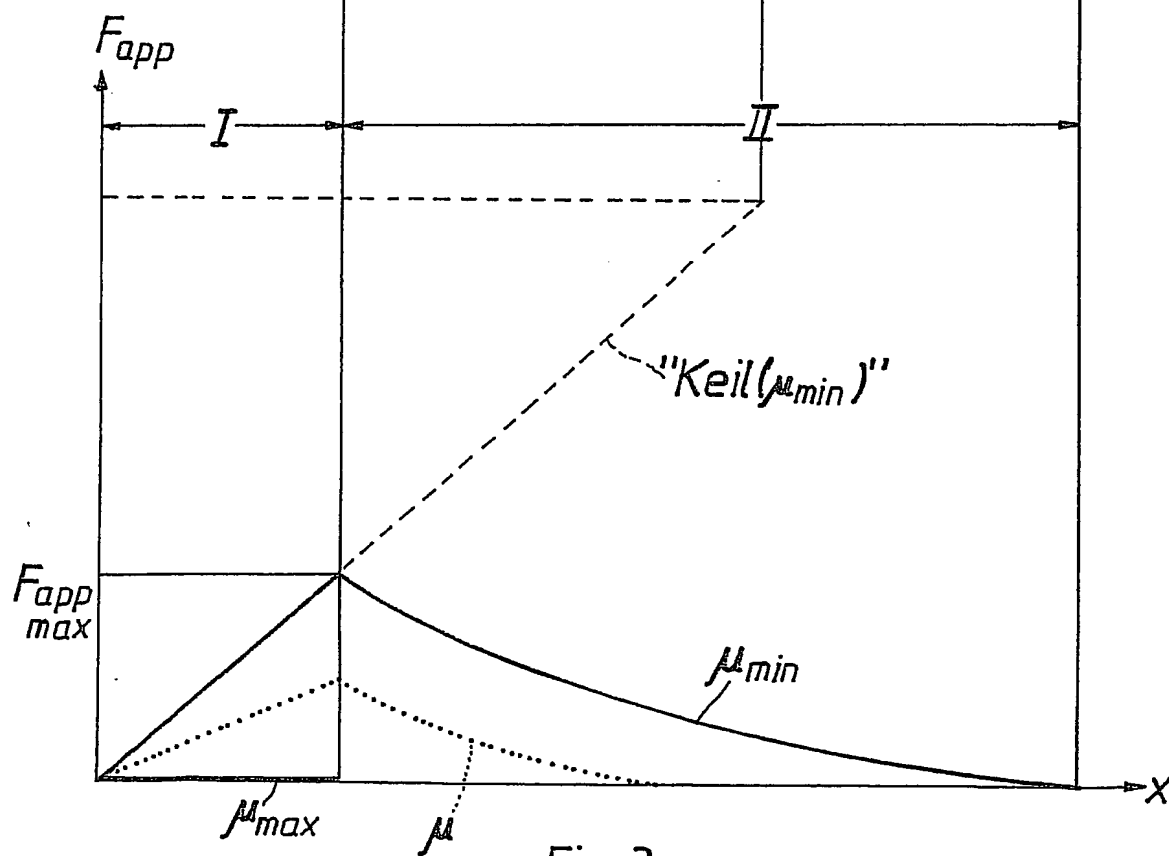
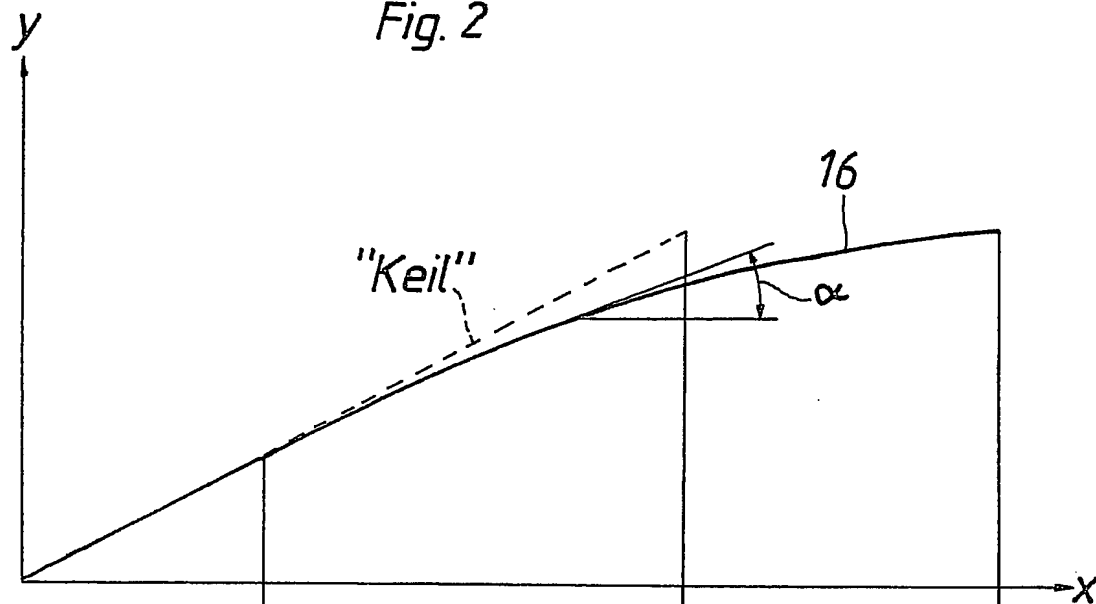


Fig. 3

Fig. 4

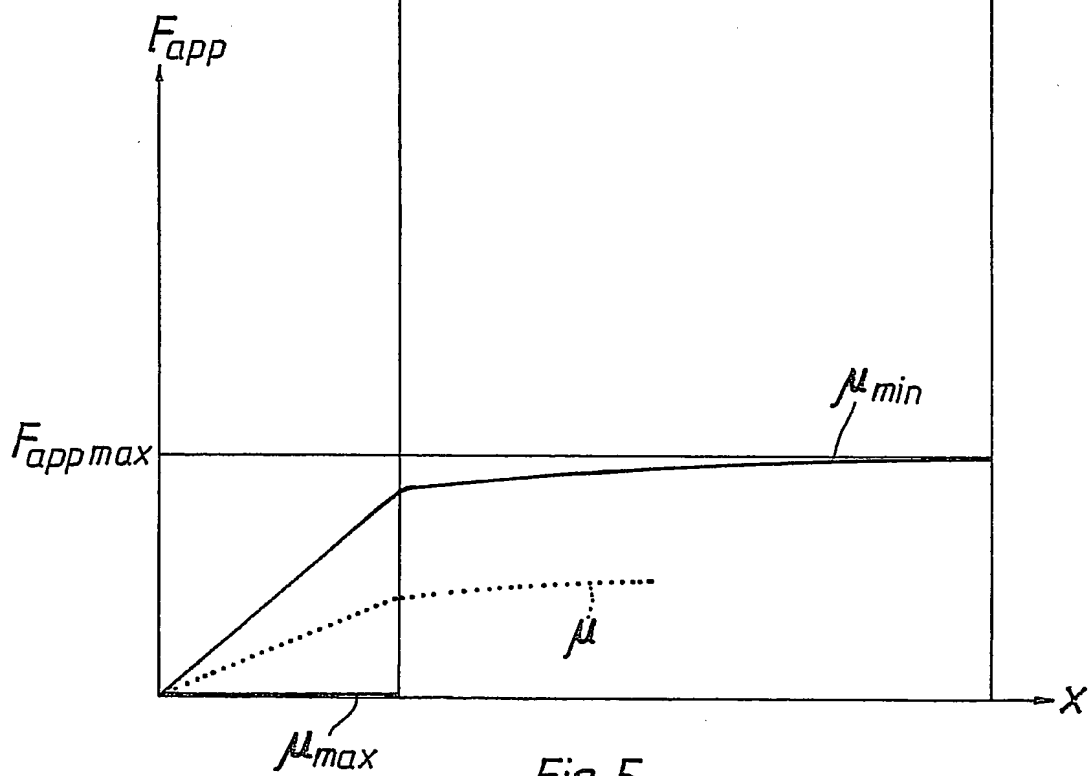
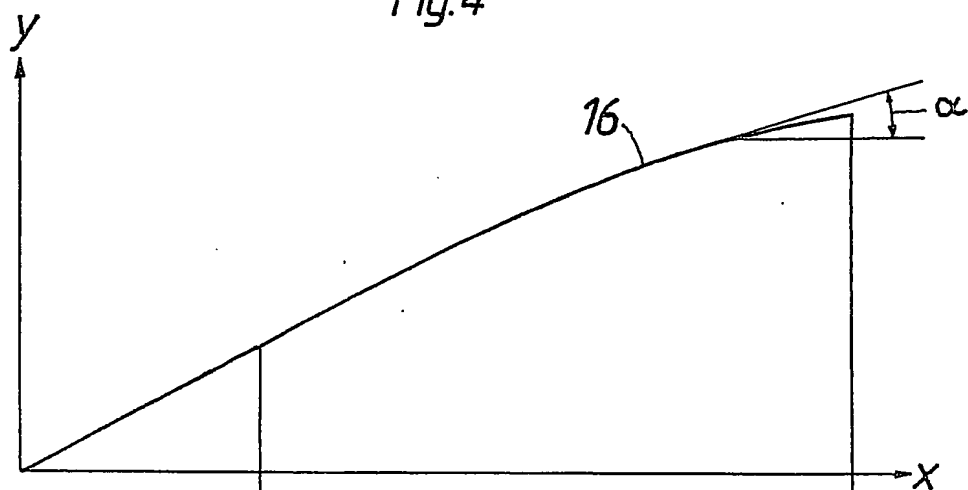
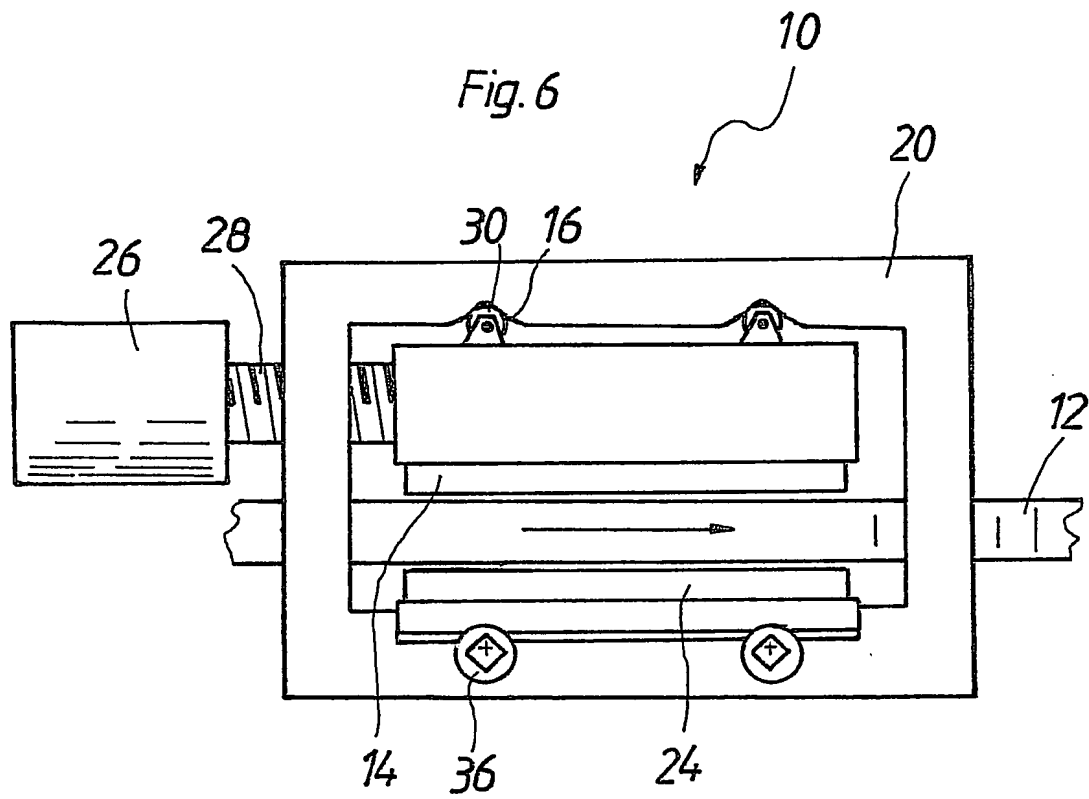


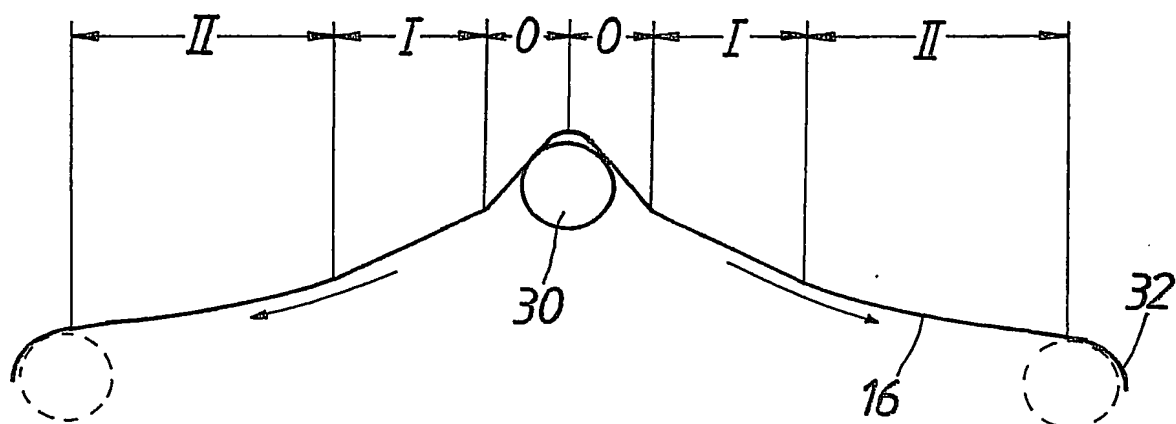
Fig. 5

4/5



5/5

Fig. 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internatic plication No

PCT/DE 03/00989

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F16D65/21 F16D55/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F16D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	WO 02 095255 A (ESTOP GMBH ;HARTMANN HENRY (DE); SCHAUTT MARTIN (DE); PASCUCCI ANT) 28 November 2002 (2002-11-28) page 2, line 26 - line 31; claims 1-9; figure 1	1-6
Y	US 6 305 506 B1 (IMAI KAZUHIKO ET AL) 23 October 2001 (2001-10-23) column 79, line 32 - line 56; figures 58-62	1-6
Y	US 6 318 513 B1 (DIETRICH JOHANNES ET AL) 20 November 2001 (2001-11-20) column 6, line 58 -column 8, line 44; figures 1,2	1-6
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

* & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

29 July 2003

Date of mailing of the International search report

05/08/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Topolski, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat
PCT/DE 03/00989

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 090 (M-292), 25 April 1984 (1984-04-25) -& JP 59 006439 A (HINO JIDOSHA KOGYO KK), 13 January 1984 (1984-01-13) abstract; figures 2-4	1
A	DE 10 78 886 B (TEVES KG ALFRED) 31 March 1960 (1960-03-31) figure 1	1
A	US 3 662 864 A (EVANS ANTHONY C) 16 May 1972 (1972-05-16) figure 3	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE-03/00989

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 02095255	A	28-11-2002	DE 10154178 A1	12-12-2002
			DE 10156348 C1	30-04-2003
			WO 02095257 A2	28-11-2002
			WO 02095255 A1	28-11-2002
US 6305506	B1	23-10-2001	JP 10281191 A	20-10-1998
			JP 10331876 A	15-12-1998
			BR 9711849 A	24-08-1999
			CN 1239538 A	22-12-1999
			DE 69718803 D1	06-03-2003
			EP 0929757 A1	21-07-1999
			WO 9814715 A1	09-04-1998
			KR 2000048650 A	25-07-2000
US 6318513	B1	20-11-2001	DE 19819564 A1	02-12-1999
			DE 59904687 D1	30-04-2003
			EP 0953785 A2	03-11-1999
			JP 11315865 A	16-11-1999
JP 59006439	A	13-01-1984	NONE	
DE 1078886	B	31-03-1960	NONE	
US 3662864	A	16-05-1972	DE 2052496 A1	13-05-1971

Topolski, J

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 090 (M-292), 25. April 1984 (1984-04-25) -& JP 59 006439 A (HINO JIDOSHA KOGYO KK), 13. Januar 1984 (1984-01-13) Zusammenfassung; Abbildungen 2-4 ---	1
A	DE 10 78 886 B (TEVES KG ALFRED) 31. März 1960 (1960-03-31) Abbildung 1 ---	1
A	US 3 662 864 A (EVANS ANTHONY C) 16. Mai 1972 (1972-05-16) Abbildung 3 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen

zur selben Patentfamilie gehören

Internat.

Kennzeichen

PCT/DE 03/00989

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 02095255	A	28-11-2002	DE	10154178 A1	12-12-2002
			DE	10156348 C1	30-04-2003
			WO	02095257 A2	28-11-2002
			WO	02095255 A1	28-11-2002
US 6305506	B1	23-10-2001	JP	10281191 A	20-10-1998
			JP	10331876 A	15-12-1998
			BR	9711849 A	24-08-1999
			CN	1239538 A	22-12-1999
			DE	69718803 D1	06-03-2003
			EP	0929757 A1	21-07-1999
			WO	9814715 A1	09-04-1998
			KR	2000048650 A	25-07-2000
US 6318513	B1	20-11-2001	DE	19819564 A1	02-12-1999
			DE	59904687 D1	30-04-2003
			EP	0953785 A2	03-11-1999
			JP	11315865 A	16-11-1999
JP 59006439	A	13-01-1984	KEINE		
DE 1078886	B	31-03-1960	KEINE		
US 3662864	A	16-05-1972	DE	2052496 A1	13-05-1971

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.